

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/IB05/003627

International filing date: 01 December 2005 (01.12.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-350371  
Filing date: 02 December 2004 (02.12.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 07 December 2005 (07.12.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

PCT/IB 05/03827

(07.12.05)

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2004年12月 2日  
Date of Application:

出願番号 特願2004-350371  
Application Number:

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号

The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

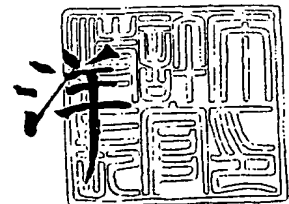
J P 2004-350371

出願人 日産自動車株式会社  
Applicant(s):

2005年 9月 5日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川



出証番号 出証特2005-3075334

【書類名】 特許願  
【整理番号】 NM04-01746  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 B62D 6/00  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地  
                        日産自動車株式会社内  
    【氏名】 原 一男  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地  
                        日産自動車株式会社内  
    【氏名】 江口 孝彰  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000003997  
    【氏名又は名称】 日産自動車株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100119644  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 綾田 正道  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100105153  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 朝倉 悟  
    【電話番号】 044-555-7491  
    【連絡先】 担当  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 146261  
    【納付金額】 16,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

操舵入力を受けるハンドルと操向輪を転舵する操向輪転舵機構とが機械的に切り離され、前記ハンドルに対し路面反力に応じた操舵反力付加量を付加する車両用操舵装置において、

前記ハンドルの切り増しと切り戻しを判定する切り増し切り戻し判定手段と、

前記ハンドルの切り戻し時には、切り増し時よりも前記操舵反力付加量を小さくする操舵反力補正手段と、

を備えることを特徴とする車両用操舵装置。

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の車両用操舵装置において、

前記ハンドルの操舵角速度を検出する操舵角速度検出手段を備え、

前記操舵反力補正手段は、前記操舵角速度が高いほど前記操舵反力付加量を小さくすることを特徴とする車両用操舵装置。

**【請求項 3】**

請求項 1 または請求項 2 に記載の車両用操舵装置において、

車速を検出する車速検出手段を備え、

前記操舵反力補正手段は、車速が低いほど前記操舵反力付加量を小さくすることを特徴とする車両用操舵装置。

**【請求項 4】**

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の車両用操舵装置において、

車両状態量を検出する車両状態量検出手段を備え、

前記車両状態量から前記操舵反力付加量に対する補正量を推定する操舵反力補正量推定手段を備え、

前記操舵反力補正手段は、前記推定された補正量に応じた操舵反力付加量を付加することを特徴とする車両用操舵装置。

**【請求項 5】**

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の車両用操舵装置において、

前記操向輪の転舵角と車両のヨーレートに基づいて、車両が旋回限界にあるか否かを判定する旋回限界判定手段を備え、

前記操舵反力補正手段は、車両が旋回限界にあると判定されたとき、前記操舵反力付加量を小さくしないことを特徴とする車両用操舵装置。

## 【書類名】明細書

## 【発明の名称】車両用操舵装置

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ステア・バイ・ワイヤ方式による車両用操舵装置の技術分野に属する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来のステア・バイ・ワイヤシステムでは、検出した路面反力に比例して操舵反力付加量を算出し、これを操舵反力に加えることにより、運転者に路面状態を伝えている（例えば、特許文献1参照）。

【特許文献1】特開平10-217988号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

しかしながら、従来の車両用操舵装置にあつては、例えば、クランク状の交差点を走行する場合など、素早いハンドル切り返しを要するシーンのとき、ハンドル切り戻し時に路面不整等による路面からのキックバックが発生した場合、操舵力が過渡的に急増してハンドルが取られ、切り返し操舵が阻害されるという問題があった。

## 【0004】

本発明は、上記問題に着目してなされたもので、その目的とするところは、ハンドル切り戻し時において、路面からのキックバックに伴う操舵力変化を抑制できる車両用操舵装置を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

上記目的を達成するため、本発明では、操舵入力を受けるハンドルと操向輪を転舵する操向輪転舵機構とが機械的に切り離され、前記ハンドルに対し路面反力に応じた操舵反力付加量を付加する車両用操舵装置において、

前記ハンドルの切り増しと切り戻しを判定する切り増し切り戻し判定手段と、

前記ハンドルの切り戻し時には、切り増し時よりも前記操舵反力付加量を小さくする操舵反力補正手段と、

を備えることを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【0006】

よって、本発明の車両用操舵装置にあつては、ハンドルが切り戻されているとき、路面反力に応じた操舵反力付加量を小さくするため、路面からのキックバックに伴う操舵力変化が抑制され、運転者の素早い切り返し操舵を妨げないようにできる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0007】

以下、本発明の車両用操舵装置を実現する実施の形態を、図面に示す実施例1～3に基づいて説明する。

## 【実施例1】

## 【0008】

まず、構成を説明する。

図1は実施例1の車両用操舵装置を示す全体システム図、図2は実施例1の車両用操舵装置におけるクラッチ部とケーブルコラム部とトルクセンサー部の各詳細図である。実施例1の車両用操舵装置は、(1)反力装置、(2)バックアップ装置、(3)転舵装置、(4)制御コントローラにより構成されている。以下、それぞれの構成を詳しく説明する。

## 【0009】

## (1)反力装置

反力装置は、舵角センサー 1、エンコーダ 2、トルクセンサー 3、3、反力モータ 5 とを有して構成される。

#### 【0010】

前記舵角センサー 1 は、ハンドル 6 の操作角を検出する手段で、後述するケーブルコラム 7 とハンドル 6 とを結合するコラムシャフト 8 a に設けられている。つまり、舵角センサー 1 は、ハンドル 6 とトルクセンサー 3、3 との間に設置されており、トルクセンサー 3、3 の捩れによる角度変化の影響を受けることなく、操舵角を検出できるようになっている。この舵角センサー 1 には、アブソリュート型レゾルバ等を用いる。

#### 【0011】

前記トルクセンサー 3、3 は二重系を成し、前記舵角センサー 1 と反力モータ 5 との間に設置されていて、トルクセンサー 1 とトルクセンサー 2 との 2 つのトルクセンサーにより構成されている。図 2 (c) にトルクセンサー部の詳細を示す。トルクセンサー 3、3 は、軸方向に延在するトーションバーと、該トーションバーの一端に連結され、該トーションバーと同軸をなす第 1 軸と、該トーションバーの他端に連結され、該トーションバーおよび第 1 軸と同軸を成す第 2 軸と、前記第 1 軸に固定された第 1 磁性体と、前記第 2 軸に固定された第 2 磁性体と、前記第 1 磁性体および第 2 磁性体に対面するコイルと、該コイルを包囲し、前記第 1 磁性体および第 2 磁性体と共に磁気回路を形成する第 3 磁性体とを有し、前記コイルはトーションバーに作用する捩れに基づく第 1 磁性体と第 2 磁性体との相対変位に対応してインダクタンスが変化し、該インダクタンスに基づく出力信号によりトルクを検出する。

#### 【0012】

前記反力モータ 5 は、ハンドル 6 に反力を与える反力アクチュエータであり、前記コラムシャフト 8 a を回転軸とする 1 ロータ・1 ステータの電動モータで構成されており、そのケーシングが車体の適所に固定されている。この反力モータ 5 としては、ブラシレスモータが使用され、ブラシレスモータの使用に伴ってエンコーダ 2 とホール IC (不図示) とを追加する。その場合は、ホール IC のみでもモータトルクを発生するモータ駆動は可能であるが、微細なトルク変動が発生し、操舵反力感が悪い。そこで、より繊細で滑らかな反力制御を行うため、コラムシャフト 8 a の軸上にエンコーダ 2 を装着し、モータ制御を行うことで、微細なトルク変動を低減し、操舵反力感の向上させている。なお、エンコーダ 2 の代わりにレゾルバを用いても良い。

#### 【0013】

##### (2) バックアップ装置

バックアップ装置は、ケーブルコラム 7 とクラッチ 9 により構成されている。前記クラッチ 9 は、コラムシャフト 8 a とプリーシャフト 8 b との間に介装され、実施例 1 では電磁クラッチを用いている。図 2 (a) にクラッチ部の詳細を示す。クラッチ 9 は、電磁コイルに通電されると、磁束Φが発生する。このとき、アーマチュアが板ばねの復帰力に抗してロータのフランジに磁気吸着されるから、入力軸であるコラムシャフト 8 a と出力軸であるプリーシャフト 8 b は連結される。そして、ハンドル 6 が回転すると、その回転力がクラッチ 9 を介してケーブルコラム 7 のプリーに伝達され、ケーブルコラム 7 のプリーが回転すると、その回転力がクラッチ 9 を介してハンドル 6 に伝達される。また、電磁コイルへの通電を解除すると、磁束Φが消滅してアーマチュアが板ばねの復帰力によってロータから離間する。つまり、クラッチ 9 の伝達トルク容量は、電磁コイルの発生できる磁束Φを変えることで吸着力が変化するので任意に設定することができる。なお、通電するとクラッチを解除する方式を採っても良い。

#### 【0014】

前記ケーブルコラム 7 は、前記クラッチ 9 が締結されるバックアップモード時、反力装置と転舵装置との間に介在する部材との干渉を避けて迂回しながらも、トルクを伝達するコラムシャフト機能を発揮する機械式バックアップ機構である。図 2 (b) にケーブルコラム部の詳細を示す。ケーブルコラム 7 は、2 つのリールに端部がリールに固定された 2 本のインナーケーブルを互いに逆方向へ巻き付け、2 つのリールケースに 2 本のインナーケ

ケーブルを内挿したアウターチューブの両端を固定することにより構成されている。

#### 【0015】

##### (3) 転舵装置

転舵装置は、エンコーダ10、舵角センサー11、トルクセンサー12, 12、転舵モータ14, 14、ステアリング機構（操向輪転舵機構）15、操向輪16, 16とを有して構成される。

#### 【0016】

前記舵角センサー11とトルクセンサー12, 12とは、ケーブルコラム7のプーリが一端に取り付けられ、他端部にピニオンギアが形成されたピニオンシャフト17の軸上に設けられている。舵角センサー11としては、シャフトの回転数を検出するアブソリュート式レゾルバ等が用いられる。また、トルクセンサー12, 12としては、上記トルクセンサー3, 3と同様に二重系を成し、インダクタンスの変化によりトルクを検出するものが用いられる。そして、ケーブルコラム7側に舵角センサー11を配置し、ステアリング機構15側にトルクセンサー12, 12を配置することで、舵角センサー11による転舵角検出に際してトルクセンサー12, 12の振りによる角度変化の影響を受けないようにしている。

#### 【0017】

前記転舵モータ14, 14は、前記ピニオンシャフト17の舵角センサー11とトルクセンサー12, 12との中間位置に設けたウォームギアに噛み合うピニオンギアをモータ軸に設けることで、モータ駆動時にピニオンシャフト17に転舵トルクを付与するように構成されている。この転舵モータ14, 14は、1ロータ・2ステータ構造とすることにより二重系を成し、第一転舵モータ14と第二転舵モータ14を構成するブラシレスモータとしている。また、上記反力モータ5と同様に、ブラシレスモータの使用に伴ってエンコーダ10とホールIC（図外）とを追加する。

#### 【0018】

前記ステアリング機構15は、前記ピニオンシャフト17の回転により左右の操向輪16, 16を転舵させる舵取り機構であって、ラックチューブ15a内に内挿され、前記ピニオンシャフト17のピニオンギアに噛み合うラックギアが形成されたラックシャフト15bと、この車両左右方向に延びるラックシャフト15bの両端部に結合されたタイロッド15c, 15cと、一端が前記タイロッド15c, 15cに結合され、他端が操向輪16, 16に結合されたナックルアーム15d, 15dと、を有して構成されている。

#### 【0019】

##### (4) 制御コントローラ

制御コントローラは、2つの電源18, 18により処理演算等を行う2つの制御コントローラ19, 19により二重系が構成されている。

#### 【0020】

前記制御コントローラ19は、反力装置の舵角センサー1、エンコーダ2、トルクセンサー3, 3、ホールICと、転舵装置のエンコーダ10、舵角センサー11、トルクセンサー12, 12、ホールIC、車速センサー（車速検出手段）21からの検出値が入力される。

#### 【0021】

制御コントローラ19は、各センサーの検出値に基づいて、反力モータ5および転舵モータ14の制御量を設定し、各モータ4, 14を駆動制御する。また、制御コントローラ19は、システムが正常に作動している間は、クラッチ9を解放し、システムに異常が発生した場合には、クラッチ9を締結させ、ハンドル6と操向輪16, 16を機械的に連結させる。

#### 【0022】

次に、作用を説明する。

##### 〔反力モータ制御量算出〕

制御コントローラ14では、下記の式(1)を用いて、反力モータ5の制御量 $T_h$ を設定す

出証特2005-3075334

る。

$$Th = Kp \times \theta + Gf \times F \quad \dots(1)$$

ここで、 $Kp$ は操舵角分フィードバックゲイン、 $\theta$ は操舵角、 $Gf$ は路面反力分フィードバックゲイン、 $F$ は路面反力であり、右辺第1項では、操舵角 $\theta$ に基づく操舵反力の制御量が設定され、右辺第2項では、路面反力 $F$ に基づく制御量が設定されるため、路面からタイヤに作用する力の影響を操舵反力に反映させることができる。

#### 【0023】

ここで、路面反力分フィードバックゲイン $Gf$ は操舵状態により値が変化する。ハンドル切り増し時は、路面フィードバックゲインを運転者に伝え、適度な操舵反力となるように値が設定されている。ハンドル切り戻し時には、キックバックなどの過度の力によりハンドル切り返し操作が阻害されないように、路面反力分のフィードバック量を小さめに設定されている。

#### 【0024】

路面反力分フィードバックゲイン $Gf$ は、

$$Gf(\text{Low}) = (\text{Low}) \quad \dots \text{ハンドル切り戻し時}$$

$$Gf(\text{High}) = (\text{High}) \quad \dots \text{ハンドル切り増し時}$$

となる。 $(\text{Low})$ 、 $(\text{High})$ は、後述するマップ(図4)に基づいてそれぞれ決定するが、あらかじめ設定された定数としても良い。

#### 【0025】

また、式(1)の右辺に、操舵角速度 $d\theta/dt$ 、操舵角加速度 $d^2\theta/dt^2$ に基づく制御量を追加設定してもよい。この場合、反力モータ4の制御量 $Th$ は、下記の式(2)となる。

$$Th = Kp \times \theta + Kd \times d\theta/dt + Kdd \times d^2\theta/dt^2 + Gf \times F \quad \dots(2)$$

ここで、 $Kd$ および $Kdd$ はあらかじめ設定された定数である。

#### 【0026】

【路面反力分フィードバックゲイン設定】

図3は、路面反力分フィードバックゲイン $Gf$ の設定方法を示すフローチャートで、以下、各ステップについて説明する。

#### 【0027】

ステップS1では、舵角センサー1からの信号を読み込み、ステップS2へ移行する。

#### 【0028】

ステップS2では、ステップS1で読み込んだセンサー信号から、操舵角と操舵角速度を演算し(操舵角速度検出手段に相当)、ハンドル切り戻し状態であるか否かを判定する(切り増し切り戻し判定手段に相当)。YESの場合にはステップS3へ移行し、NOの場合にはステップS4へ移行する。

#### 【0029】

ステップS3では、路面反力分フィードバックゲイン $Gf$ をLowとし(操舵反力補正手段に相当)、リターンへ移行する。

#### 【0030】

ステップS4では、路面反力分フィードバックゲイン $Gf$ をHighとし、リターンへ移行する。

#### 【0031】

図4は、路面反力 $F$ に応じた路面反力分フィードバックゲイン $Gf$ の設定マップであり、ハンドル切り戻し(Low)の場合には、ハンドル切り増し(High)の場合と比較して、路面反力 $F$ に対する路面反力分フィードバックゲイン $Gf$ が小さな値に設定される。

#### 【0032】

【操舵状態に応じた制御量の設定】

速い切り返しが必要なきほど、運転者はハンドル切り返し操作を阻害されたくないため、実施例1では、操舵角速度 $d\theta/dt$ が大きいときほど、路面反力分のフィードバック量を小さめに設定する。

#### 【0033】



よって、路面反力分フィードバックゲイン  $G_f$  は、  
 $G_f(\text{Low}) = (\text{Low}) \times L_1$  …ハンドル切り戻し時  
 $G_f(\text{High}) = (\text{High})$  …ハンドル切り増し時  
となる。

#### 【0034】

ここで、 $L_1$  は、図5に示すマップに基づいて設定される。図5のマップにおいて、 $L_1$  は、操舵角速度  $d\theta/dt$  が高速走行時に発生する頻度の高い範囲のときは最大値1であり、操舵角速度  $d\theta/dt$  が大きくなるほど小さな値となる。そして、操舵角速度  $d\theta/dt$  が緊急回避時に発生する領域に達した場合には、最小値  $L_{1\min}$  となるように設定されている。

#### 【0035】

[車速に応じた制御量の設定]

実施例1では、車速  $V$  が低いときほど速い切り返しが必要なシーンが多いことから、低速域ほどハンドル切り戻し時の路面反力分フィードバック量を小さめに設定している。すなわち、高速域になるほど、ハンドル操作に対して車両挙動が敏感となるため、ハンドル切り戻し時においても路面反力分のフィードバックが必要となってくる。一方、低速域での取り回し域などでは、スムーズなハンドル操作性が必要となってくるため、この点を考慮し、車速  $V$  が小さいほどハンドル切り戻し時の路面反力分のフィードバック量が小さくなるように設定する。

#### 【0036】

よって、路面反力分フィードバックゲイン  $G_f$  は、  
 $G_f(\text{Low}) = (\text{Low}) \times L_1 \times L_2$  …ハンドル切り戻し時  
 $G_f(\text{High}) = (\text{High})$  …ハンドル切り増し時  
となる。

#### 【0037】

ここで、 $L_2$  は、図6に示すマップに基づいて設定される。図6のマップにおいて、 $L_2$  は、車速  $V$  に比例して増加し、車速  $V$  が市街地走行で頻度の高い領域に達したとき、最大値1となるように設定されている。

#### 【0038】

[従来のステア・バイ・ワイヤ操舵装置の問題点]

特開平10-217988号公報に記載の車両用操舵装置では、操舵力演算器において、操舵力センサーの検出結果を基に操舵軸（ステアリングシャフト）に付与された操舵力  $T$  を演算すると共に、操舵力  $T$  が付与された方向に操舵軸を回転させるための制御量  $aT$ （ $a$  は操舵力ギア比に相当する係数）を演算している。

#### 【0039】

転舵反力演算器では、ステアリングラックの両端に設けた転舵反力センサーの検出結果  $F_1$ 、 $F_2$  の平均値を、転舵軸（ピニオンシャフト）に付与された転舵反力  $F$  としている。操舵軸モータ制御回路は、これらの演算結果を基に、操舵軸の回転制御量  $M_m$  を下記の式(3)から算出し、回転制御量  $M_m$  に応じた反力制御信号を、操舵軸モータに出力する。

$$M_m = G_m \times (aT - F) \quad \dots(3)$$

なお、 $G_m$  は出力信号のゲインを示すゲイン係数である。

#### 【0040】

しかしながら、この従来技術では、転舵反力センサーによる路面反力分を操舵反力に伝える構成であるため、例えば、クランク状の交差点を走行する場合など、素早いハンドル切り返しを要するシーンのとき、路面不整（穴など）等にタイヤを落とすと、転舵反力センサーからの信号によりハンドルが取られ、素早いハンドル切り返しが阻害されるという問題があった（図7参照）。すなわち、路面からのキックバックに追従して操舵反力が付加されるため、操舵力が急に大きくなり、運転者は素早い切り返しを行うのが困難となる。

#### 【0041】

## 【実施例 1 の切り返し操舵作用】

これに対し、実施例 1 の車両用操舵装置では、ハンドル切り戻し時には路面反力分フィードバックゲイン  $G_f$  を小さくすることにより、路面不整などにより路面反力が過渡的に増加した場合でも、キックバックに伴う操舵力の変化が抑制されるため、ハンドル取られを低減できる (図 8)。

## 【0042】

また、操舵角速度  $d\theta/dt$  が大きいほど路面反力分フィードバックゲイン  $G_f$  を小さくするため、速い切り戻しのときほどキックバックに伴う操舵力変化を抑制することで、運転者のより速い切り戻しを妨げないようにできる。さらに、車速  $V$  が低いときほど路面反力分フィードバックゲイン  $G_f$  を小さくするため、低速域でのハンドル取り回しの良さと、高速域での走行安定性の良さとを両立できる。

## 【0043】

次に、効果を説明する。

実施例 1 の車両用操舵装置にあつては、下記に列挙する効果が得られる。

## 【0044】

(1) 操舵入力を受けるハンドル 6 と操向輪 16, 16 を転舵するステアリング機構 15 とが機械的に切り離され、ハンドル 6 に対し路面反力  $F$  に応じた操舵反力付加量 ( $G_f \times F$ ) を付加する車両用操舵装置において、ハンドル 6 の切り増しと切り戻しを判定する切り増し切り戻し判定手段と、ハンドル 1 の切り戻し時には、切り増し時よりも路面反力分フィードバックゲイン  $G_f$  を小さくする操舵反力補正手段と、を備えるため、キックバックに伴う操舵力の変化を抑制でき、ハンドル取られを低減できる。

## 【0045】

(2) 操舵反力補正手段は、ハンドル 1 の操舵角速度  $d\theta/dt$  が高いほど路面反力分フィードバックゲイン  $G_f$  を小さくするため、運転者のより速いハンドル切り戻しを妨げないようにできる。

## 【0046】

(3) 操舵反力補正手段は、車速  $V$  が低いほど路面反力分フィードバックゲイン  $G_f$  を小さくするため、高速域における路面反力のフィードバックと、低速域における取り回しの向上とを両立できる。

## 【実施例 2】

## 【0047】

実施例 2 は、車両状態量に応じて路面反力フィードバック量を変化させる例である。なお、実施例 2 の構成は、図 1, 2 に示した実施例 1 の構成と同一であるため、説明を省略する。

## 【0048】

次に、作用を説明する。

## 【車両状態量に応じた制御量の設定】

ハンドル切り戻し時に路面反力分のフィードバック量を小さめに設定すると、全体の操舵反力が軽くなり過ぎる場合がある。この場合、車両状態量としてヨーレートを算出し (車両状態量検出手段に相当)、路面反力分のフィードバック量相当にあたる以下のゲイン定数  $G_y$  と、路面反力分のフィードバック量の低減相当分  $YD$  を算出し、これを反力モータ 4 の制御量に加えることで、操舵反力が軽くなり過ぎるのを防止できる。

## 【0049】

実施例 2 では、式 (2) の右辺に、車両挙動を示すヨーレート  $\phi$  に基づく制御量を追加設定する。よって、反力モータ 4 の制御量  $Th$  は、下記の式 (4) となる。

$$Th = K_p \times \theta + K_d \times d\theta/dt + K_{dd} \times d^2\theta/dt^2 + K_y \times \phi + G_f \times F \quad \cdots (4)$$

## 【0050】

## 【ヨーレート算出方法】

ヨーレート  $\phi$  は、操舵角  $\theta$  と車速  $V$  と車両運動の数学モデルにより、下記の式 (5) から得られる。

$$\phi = \{G \times \omega_n^2 \times \text{Tr}(s + 1/\text{Tr}) \times \theta\} / (s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega^2) \quad \dots(5)$$

ここで、

$$G = \{1 / (1 + A \times V^2)\} \times (V/L)$$

$$\text{Tr} = (2L_r \times K_r) / (m \times L_f \times V)$$

$$A = -(m/2L^2) \times \{(L_f \times K_f - L_r \times K_r) \times (K_f \times K_r)\}$$

$L_f$ は重心から前軸までの距離、 $L_r$ は重心から後軸までの距離、 $K_f$ は前輪のコーナリングフォース、 $K_r$ は後輪のコーナリングフォース、 $m$ は車両重量、 $s$ はラプラス演算子である。

よって、上記式(5)により得られた値を、ヨーレート $\phi$ の推定値として用いる。

【0051】

ところで、横加速度 $Y_g$ とヨーレート $\phi$ は、車速 $V$ を用いて、下記の式(6)の関係が成り立つ。

$$Y_g = \phi \times V \quad \dots(6)$$

【0052】

また、路面反力 $F$ は、外乱の無い定常的な円旋回を行っている場合は、下記の式(7)の関係が成り立つ。

$$F \propto Y_g \quad \dots(7)$$

したがって、

$$F \propto \phi \times V \quad \dots(7)'$$

の関係が成り立つ。

【0053】

ハンドル切り戻し時における路面反力分のフィードバック量の低減相当分 $Y_D$ は、図9に示すマップから、 $\phi \times V$ に対応した $T_f$ のHigh'値およびLow'値を読み取り、下記の式(8)となる(操舵反力補正量推定手段に相当)。

$$Y_D = T_f \times \text{High}' - T_f \times \text{Low}' \quad \dots(8)$$

この $Y_D$ にあらかじめ設定したゲイン定数 $G_y$ をかけた値を、反力モータ5の制御量 $T_h$ に加算する。

ここで、 $G_y = G_f$ とする(図10)。

ただし、これに限ったものではなく、例えば、 $G_y = A G_f$ として、高速域では $A = 1$ とし、低速域になるほど $A$ の値を小さくするように設定しても良い。

【0054】

また、 $Y_D$ も同様に、

$$Y_D = T_f \times \text{High}' - T_f \times \text{Low}' \times L_1 \times L_2 \quad \dots(8)'$$

としても良い。

【0055】

【実施例2の切り返し操舵作用】

図11は、実施例2の切り返し操舵作用を示す図であり、実施例2では、実施例1に対し、操舵力に路面反力分のフィードバック量相当にあたる $Y_D$ が加算されるため、横加速度やヨーには影響しないような路面反力変化のとき、キックバックに伴う操舵力の変化量を低減させつつ、操舵力が軽くなり過ぎるのを防止できる。

【0056】

次に、効果を説明する。

実施例2の車両用操舵装置にあっては、実施例1の効果(1)~(3)に加え、以下の効果が得られる。

【0057】

(4) ヨーレート $\phi$ から路面反力分のフィードバック量の低減相当分にあたる $Y_D$ を推定する操舵反力補正量推定手段を備え、操舵反力補正手段は、 $Y_D$ が大きいほど、ヨーレート $\phi$ に応じた操舵反力分を付加する( $G_y \times Y_D$ )ため、操舵力の変化量を低減しつつ、操舵力が軽くなる過ぎるのを防止できる。

【実施例3】

## 【0058】

実施例3は、車両が旋回限界域にあるとき、路面反力分のフィードバック量を補正しない例である。ここで、旋回限界域とは、タイヤの横滑りが発生するような状態を言う。なお、実施例3の構成は、図1に示した実施例1の構成と同一であるため、説明を省略する。

## 【0059】

次に、作用を説明する。

【路面反力分フィードバックゲインの設定】

図12は、実施例3の路面反力分フィードバックゲインGfの設定方法を示すフローチャートで、以下、各ステップについて説明する。

## 【0060】

ステップS11では、舵角センサー11からの信号と、車速センサー21からの信号とを読み込み、ステップS12へ移行する。

## 【0061】

ステップS12では、ステップS11で読み込んだ操向輪16、16の転舵角と、車速Vと、車両のヨーレート $\dot{\psi}$ から、図13に示すマップを参照し、車両が旋回限界域にあるか否かを判定する（旋回限界判定手段に相当）。YESの場合にはステップS13へ移行し、NOの場合にはステップS14へ移行する。

## 【0062】

ステップS13では、路面反力分フィードバックゲインGfを（High）に固定し、リターンへ移行する。

## 【0063】

ステップS14では、ハンドル切り増しと切り戻しとで路面反力分フィードバックゲインGfを変化させる制御を継続し、リターンへ移行する。

## 【0064】

【実施例3の切り返し操舵作用】

車両が旋回限界域にある場合、運転者は修正操舵により車両挙動を修正するが、このとき、ハンドル6の切り増しと切り戻しが頻繁かつ小刻みに行われる。このような場合には、路面反力分のフィードバック量を運転者に伝えた方が、車両挙動の修正コントロールが行いやすい。

## 【0065】

このため、実施例3では、車両が旋回限界域にある場合には、路面反力分のフィードバック量の補正制御が解除されるため、車両挙動に応じた操舵反力を運転者に伝達できる。よって、路面反力分のフィードバック量の低減に伴い、運転者の修正操舵を妨げないようにできる。

## 【0066】

次に、効果を説明する。

実施例3の車両用操舵装置にあっては、実施例1の効果(1)～(3)に加え、以下の効果が得られる。

## 【0067】

(5) 操向輪16、16の転舵角と車両のヨーレート $\dot{\psi}$ に基づいて、車両が旋回限界にあるか否かを判定する旋回限界判定手段を備え、操舵反力補正手段は、車両が旋回限界にあると判定されたとき、操舵反力付加量を小さくしないため、路面反力分のフィードバック量の低減することによって運転者の修正操舵を妨げないようにできる。

## 【0068】

（他の実施例）

以上、本発明の車両用操舵装置を実施例1～実施例3に基づき説明してきたが、具体的な構成については、これらの実施例に限られるものではなく、特許請求の範囲の各請求項に係る発明の要旨を逸脱しない限り、設計の変更や追加等は許容される。

## 【0069】

例えば、車両状態量として横加速度を用いても良いが、一般的に、ヨーレートの方が横速度に対して位相が進んでいるため、応答性の観点からヨーレートを用いるのが好ましい。また、実施例 1 では、ヨーレートを数学モデルにより算出したが、ヨーレートセンサーの検出値を用いても良い。

【図面の簡単な説明】

【0070】

【図 1】実施例 1 の車両用操舵装置を示す全体システム図である。

【図 2】図 2 は実施例 1 の車両用操舵装置におけるクラッチ部とケーブルコラム部とトルクセンサー部の各詳細図である。

【図 3】実施例 1 の路面反力分フィードバックゲイン  $G_f$  の設定方法を示すフローチャートである。

【図 4】路面反力  $F$  に応じた路面反力分フィードバックゲイン  $G_f$  の設定マップである。

【図 5】操舵角速度  $d\theta/dt$  に応じた  $L_1$  の設定マップである。

【図 6】車速  $V$  に応じた  $L_2$  の設定マップである。

【図 7】従来例の切り返し操舵作用を示す図である。

【図 8】実施例 1 の切り返し操舵作用を示す図である。

【図 9】 $YD$  の設定マップである。

【図 10】 $G_y$  の設定マップである。

【図 11】実施例 2 の切り返し操舵作用を示す図である。

【図 12】実施例 3 の路面反力分フィードバックゲイン  $G_f$  の設定方法を示すフローチャートである。

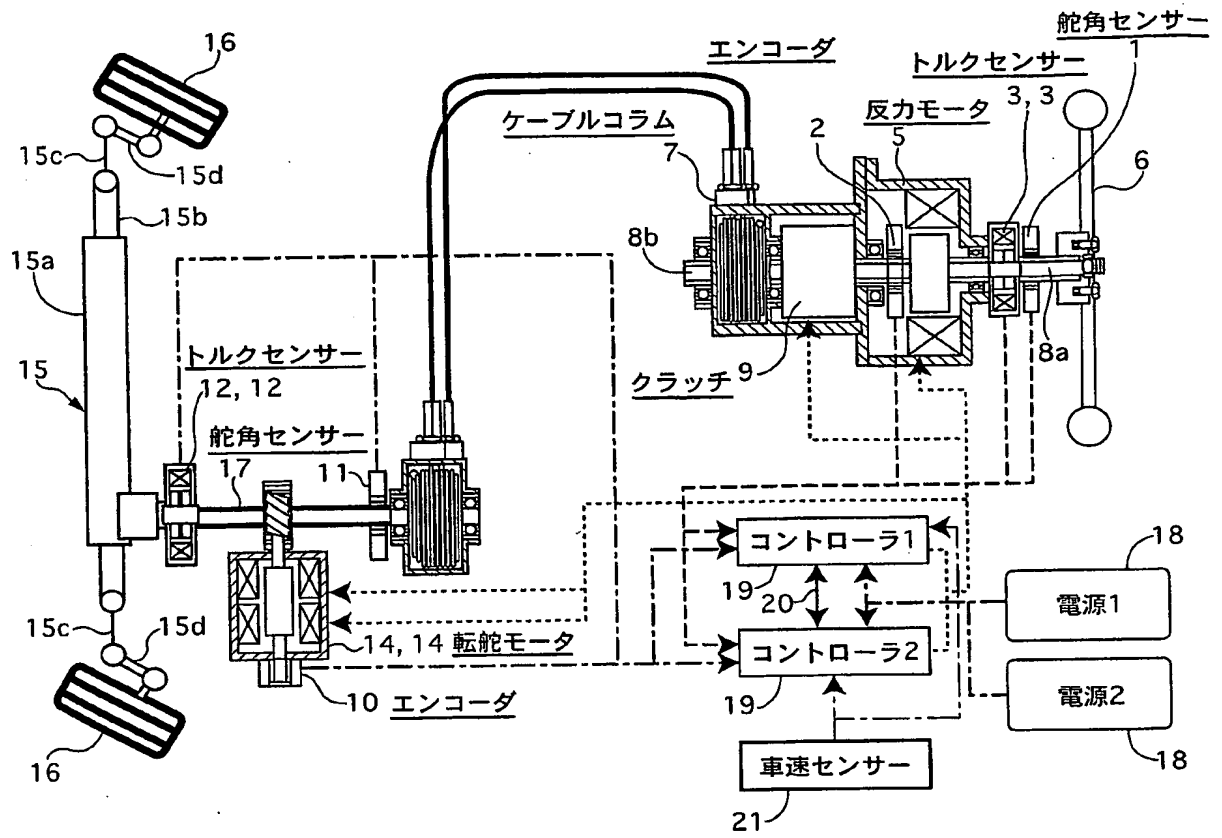
【図 13】ヨーレート  $\phi$  と転舵角に応じた旋回限界判定マップである。

【符号の説明】

【0071】

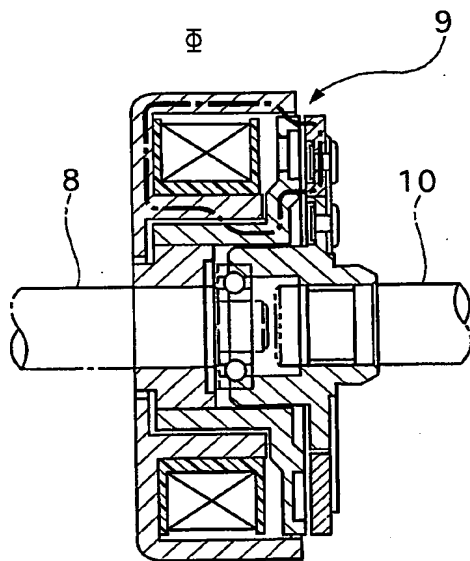
- 1 舵角センサー
- 2 エンコーダ
- 3 トルクセンサー
- 5 反力モータ
- 6 ハンドル
- 7 ケーブルコラム
- 8 a コラムシャフト
- 8 b プーリシャフト
- 9 クラッチ
- 10 エンコーダ
- 11 舵角センサー
- 12 トルクセンサー
- 14 転舵モータ
- 15 ステアリング機構
- 16 操向輪
- 17 ピニオンシャフト
- 18 電源
- 19 制御コントローラ
- 20 双方向通信線
- 21 車速センサー

【書類名】図面  
【図1】

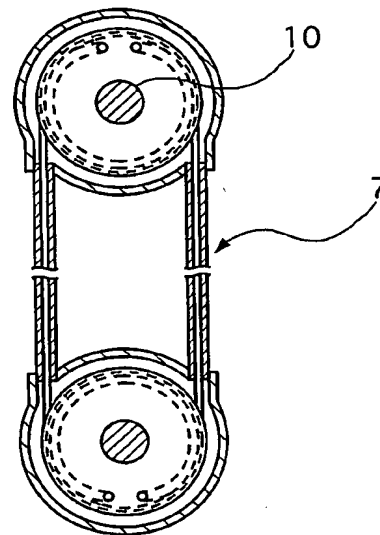


【図 2】

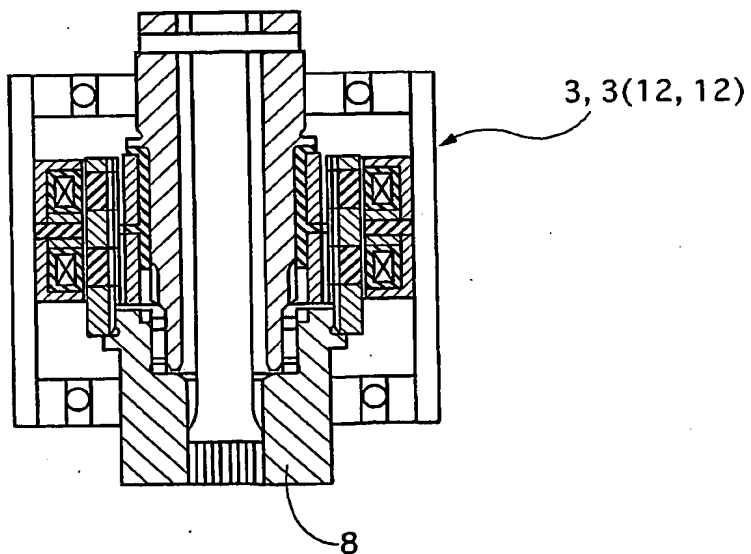
(a) クラッチ部 詳細



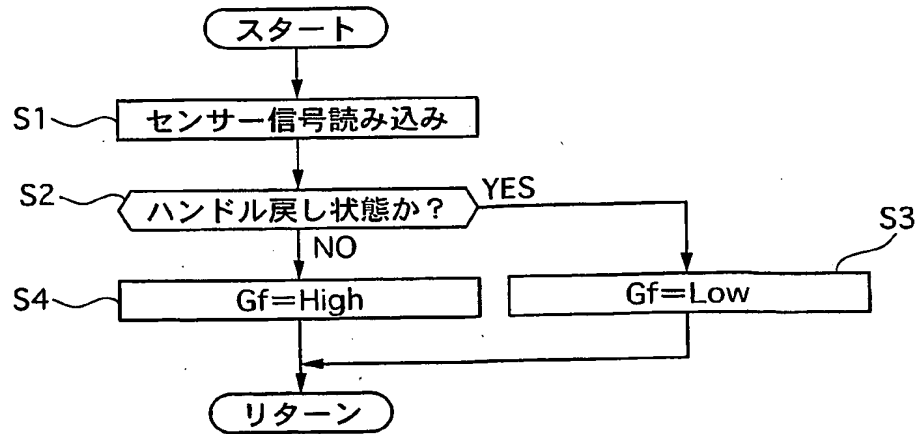
(b) ケーブルコラム部 詳細



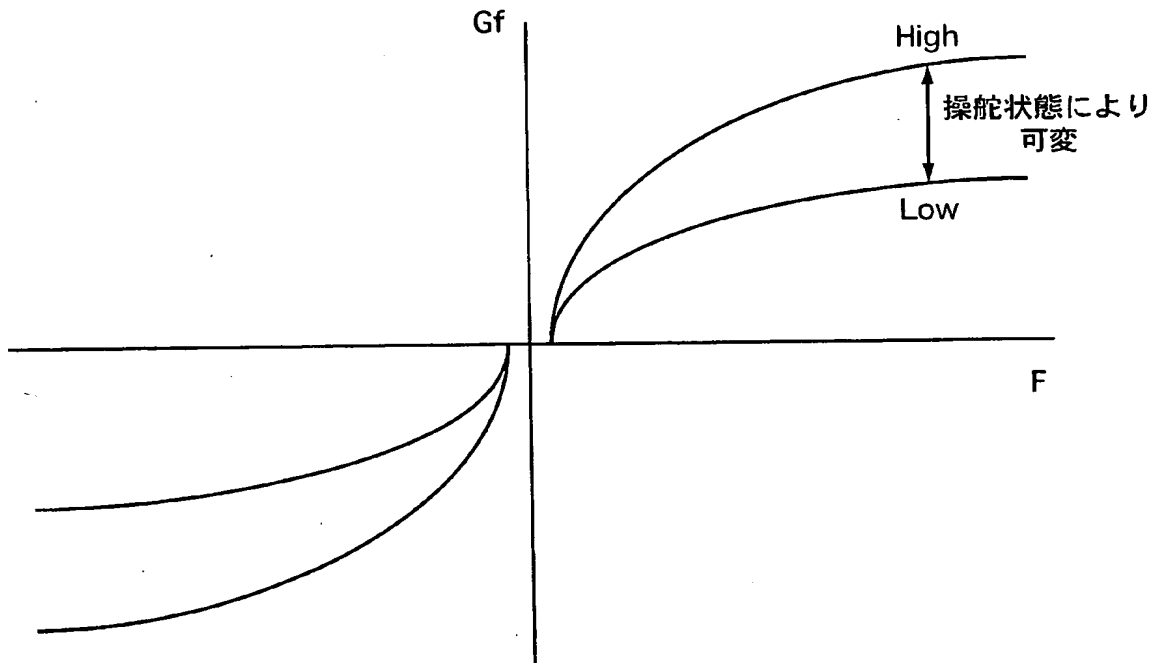
(c) トルクセンサー部 詳細



【図 3】

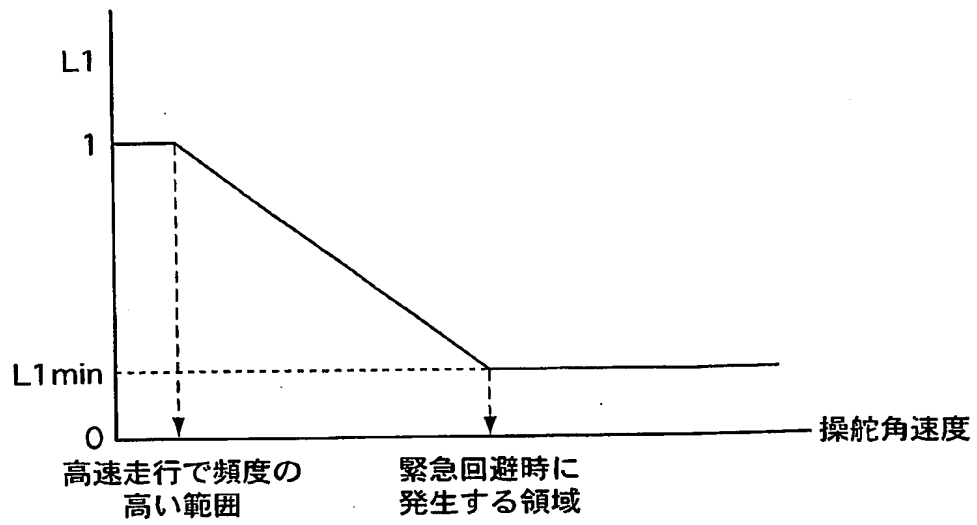


【図 4】

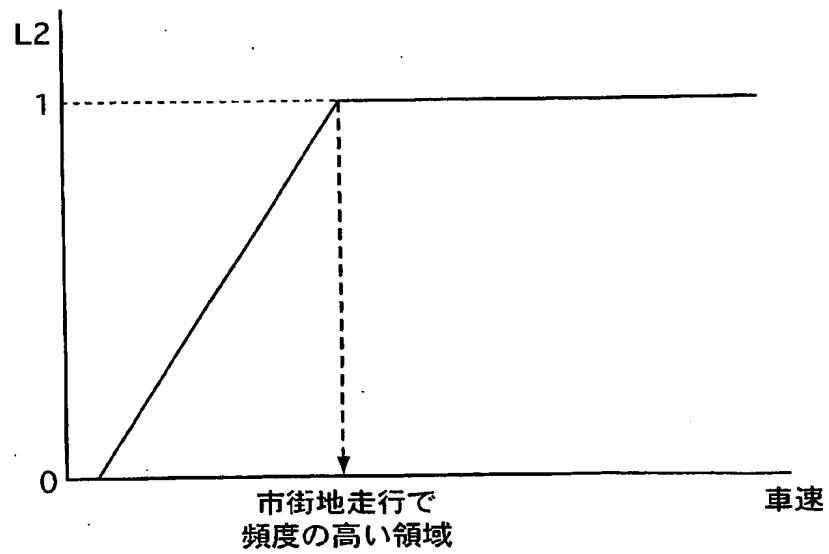




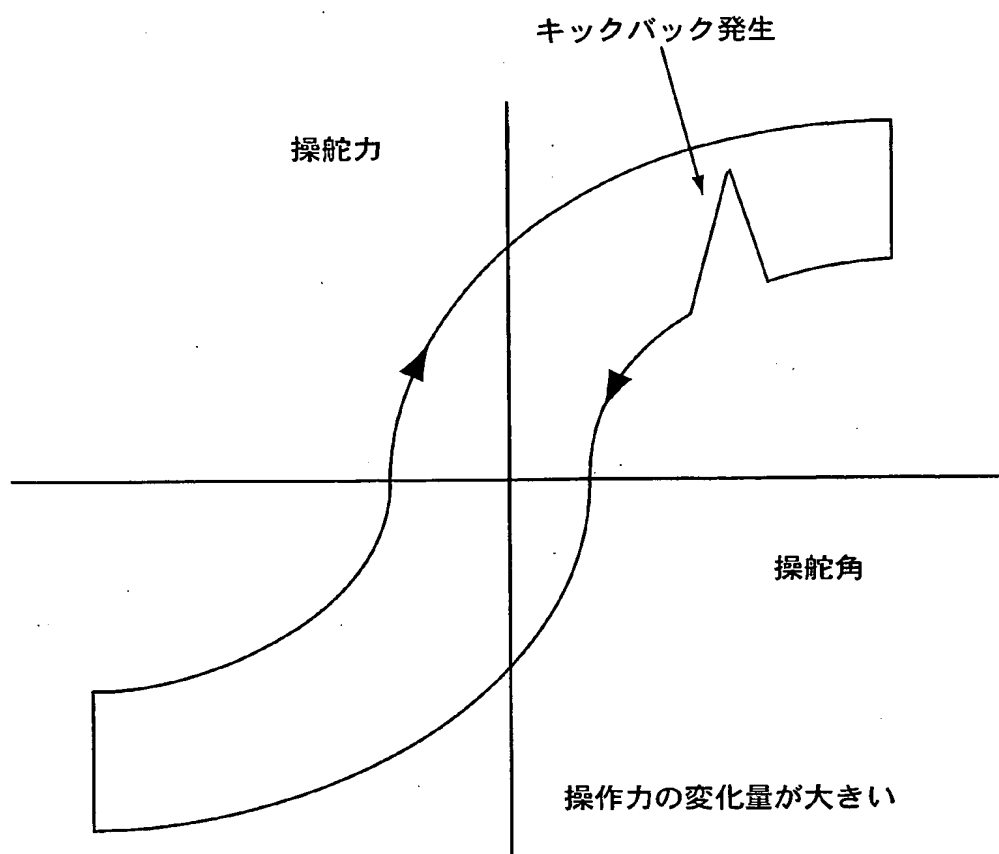
【図 5】



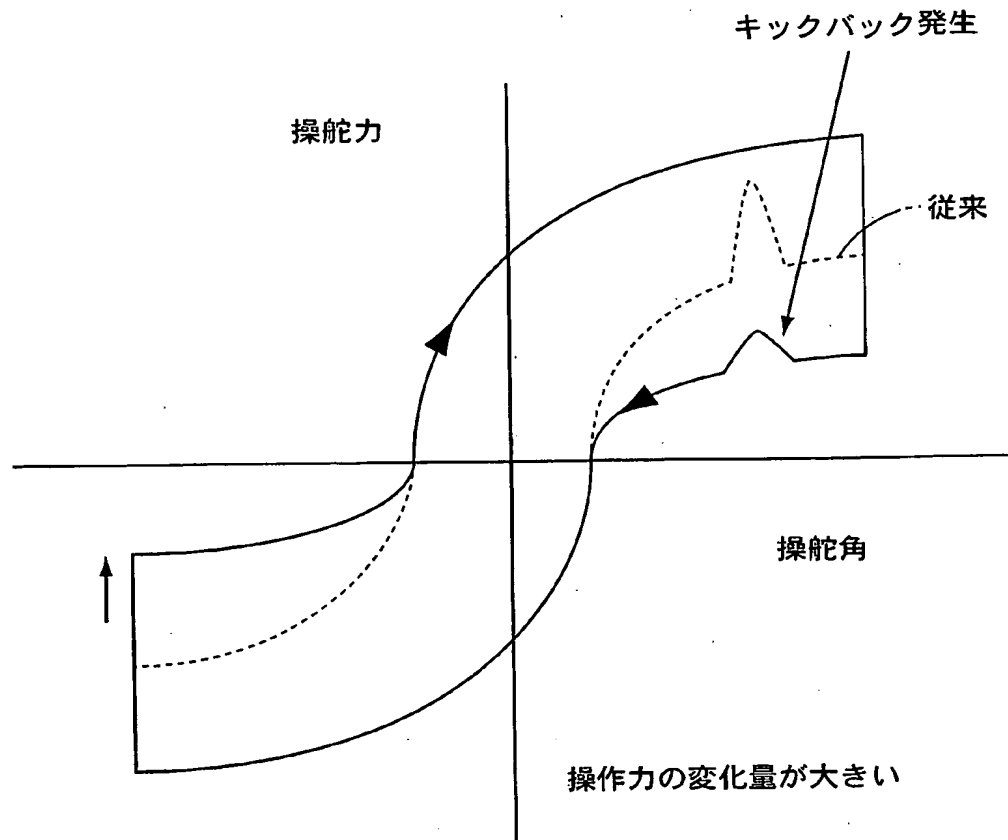
【図 6】



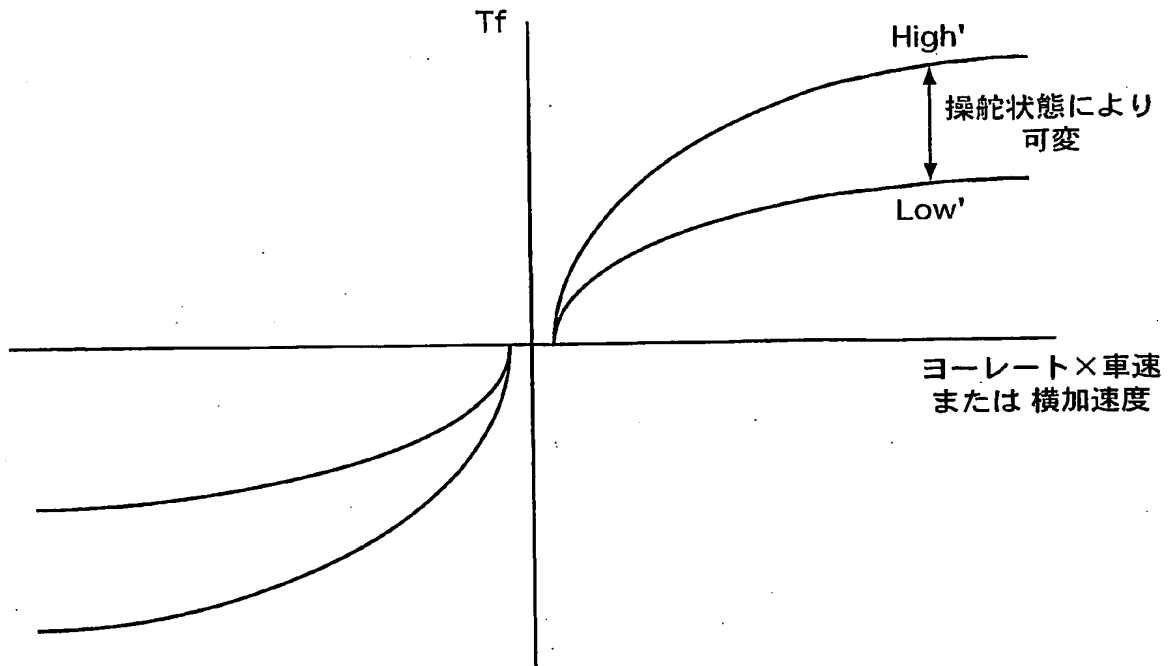
【図 7】



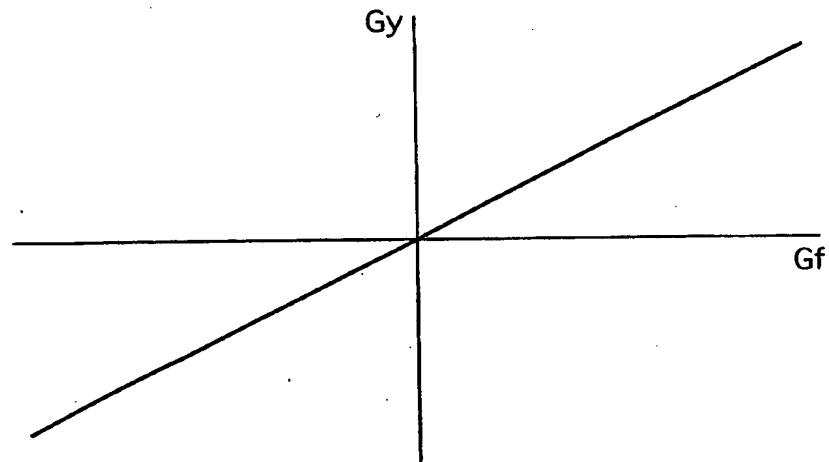
【図 8】



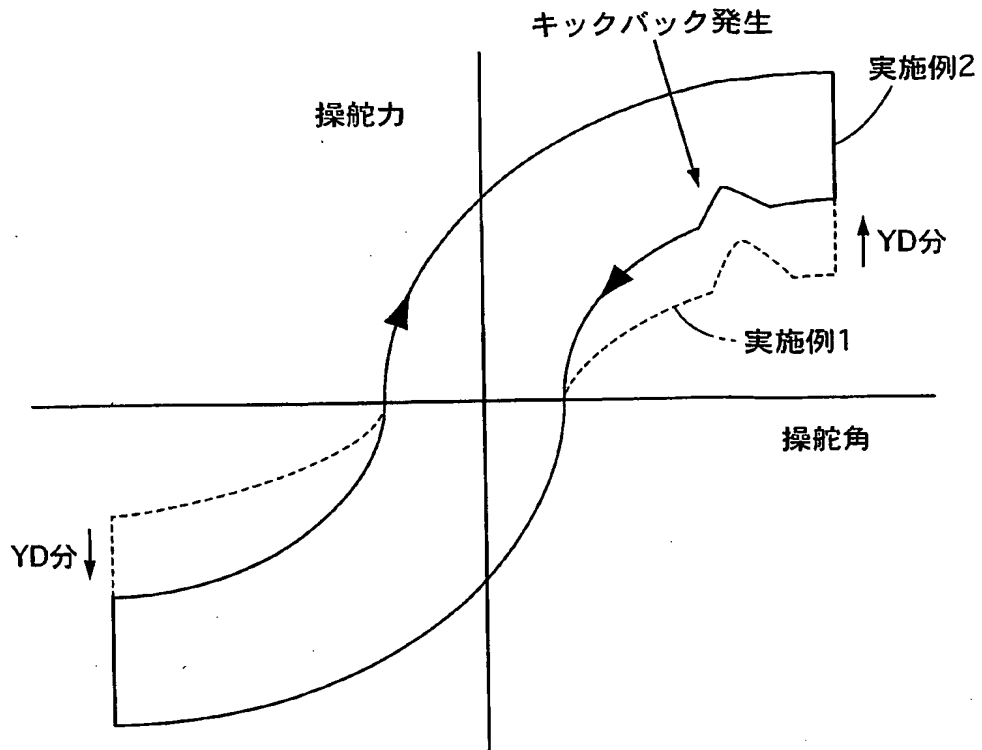
【図 9】



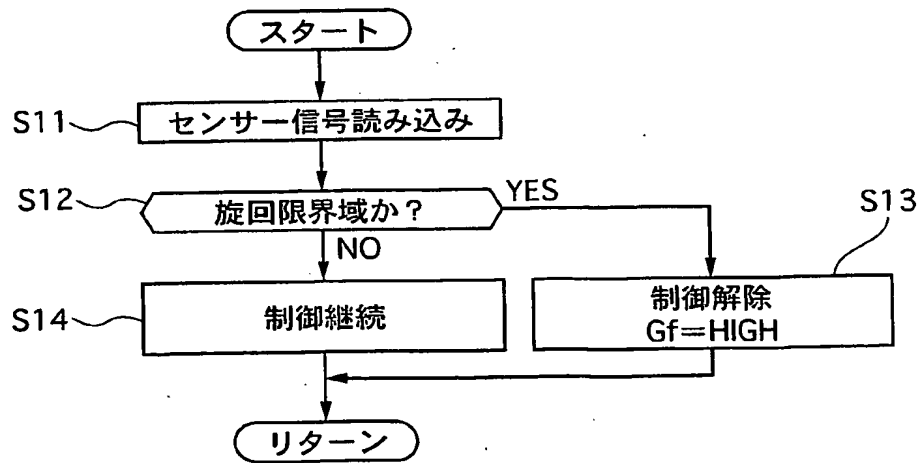
【図 10】



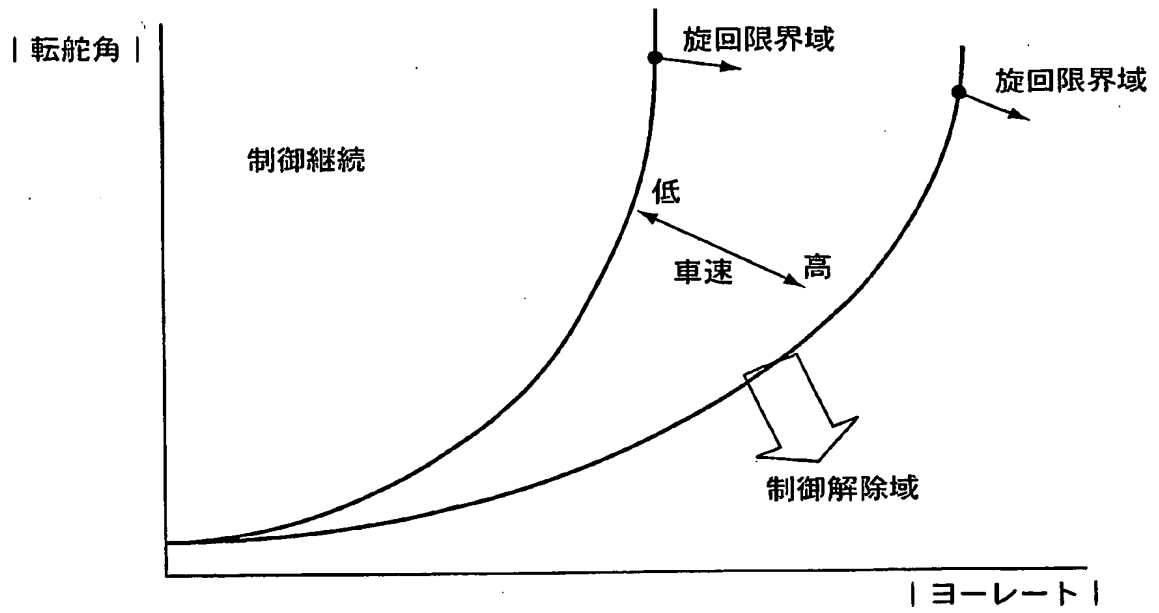
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 13】



## 【書類名】 要約書

## 【要約】

【課題】 ハンドル切り戻し時において、路面からのキックバックに伴う操舵力変化を抑制できる車両用操舵装置を提供する。

【解決手段】 操舵入力を受けるハンドル6と操向輪16, 16を転舵するステアリング機構15とが機械的に切り離され、ハンドル6に対し路面反力Fに応じた操舵反力付加量( $Gf \times F$ )を付加するステア・バイ・ワイヤ操舵装置において、ハンドル6の切り増しと切り戻しを判定する切り増し切り戻し判定手段と、ハンドル1の切り戻し時には、切り増し時よりも路面反力分フィードバックゲインGfを小さくする。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2004-350371
受付番号	50402064901
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成16年12月 3日

<認定情報・付加情報>

【提出日】

平成16年12月 2日



特願 2 0 0 4 - 3 5 0 3 7 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 9 9 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地

氏 名

日産自動車株式会社